

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 0 989 297 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
29.03.2000 Patentblatt 2000/13

(51) Int Cl.7: **F02M 59/10**, **F01L 9/02**,
F01M 1/06, **F02M 59/46**

(21) Anmeldenummer: **99810529.0**

(22) Anmeldetag: **16.06.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(30) Priorität: **21.09.1998 EP 98810944**

(71) Anmelder: **Wärtsilä NSD Schweiz AG**
8401 Winterthur (CH)

(72) Erfinder:
• **Bill, Rolf André**
8400 Winterthur (CH)
• **Damitz, Jens**
8422 Pfungen (CH)
• **Fankhauser, Stefan**
8352 Rätterschen (CH)

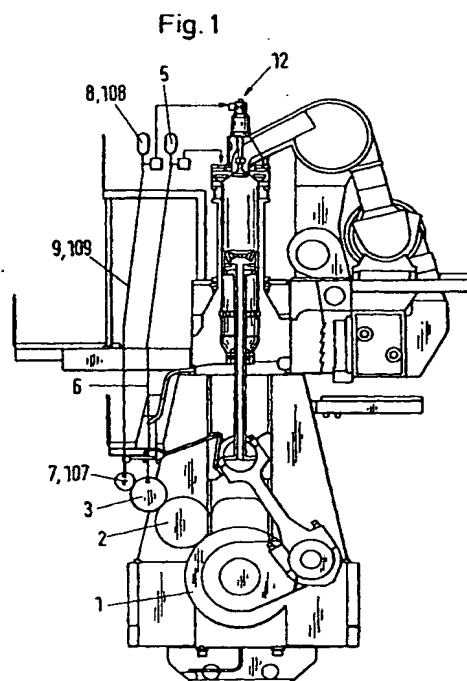
• **Heim, Klaus**
78239 Rielasingen (DE)
• **Hofer, Robert**
8353 Elgg (CH)
• **Matter, Erwin**
8400 Winterthur (CH)
• **Kazi, Hameed**
8046 Zürich (CH)
• **Weder, Marcel**
8583 Sulgen (CH)
• **Wunder, Alfred**
8442 Hettlingen (CH)

(74) Vertreter: **Sulzer Management AG**
KS/Patente/0007
Zürcherstrasse 14
8401 Winterthur (CH)

(54) **Hubkolbenbrennkraftmaschine**

(57) Die Hubkolbenbrennkraftmaschine enthält ein Einspritzsystem zur volumetrischen Einspritzung für jeden Zylinder, eine oder mehrere Hochdruckpumpen (3) zum Zuführen von Brennstoff, mindestens eine Druckpumpe (7,107) zum Zuführen von Steuermedium, jeweils einen Akkumulator (5,8,108) für Brennstoff, Steuer und Arbeitsöl, welche mit den Pumpen als auch mit dem Gaswechselsystem (12) in Verbindung steht, ein hydraulisches System mit Organen zur Steuerung der Einspritzung und Betätigung des Gaswechsels, einen oder mehrere Winkelgeber (25,26) und eine Steuervorrichtung (21) mit einer Zentraleinheit (21) und mehreren elektronischen Steuermodulen (22), um die Startluftzufuhr, die Einspritzung, den Gaswechsel und die Zentralschmierung zu steuern.

Die Maschine wird im Normalbetrieb auf rein elektronischem Wege gesteuert.



EP 0 989 297 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit mehreren Zylindern, insbesondere einen Zweitakt-Dieselmotor.

[0002] Brennkraftmaschinen, insbesondere Zweitakt-Dieselmotoren werden als Hauptmaschine für Schiffsantriebe aber auch als Stationär-Anlagen zur Stromerzeugung angewendet. Diese Maschinen haben eine Steuerwelle (Nockenwelle), welche die Brennstoffpumpen über auf dieser befindlichen Nocken betätigen, ausserdem werden die Gaswechselventile über diese Steuerwelle über Nocken und Stossstangen bzw. durch Nocken betätigte Pumpen, sogenannte hydraulische Stossstangen und Kolbenantriebe betätigt. Die Steuerwelle selbst stellt schon einen grossen konstruktiven Aufwand dar und zwar wegen ihrer Länge über die Gesamtlänge des Motors, der grossen Masse, der mittels Öldruck zu schmierenden Lager des Umsteuermechanismus bei in beiden Drehrichtungen arbeitenden Maschinen und nicht zuletzt wegen der erforderlichen mindestens zwei (bis vier) Zahnräder (und/oder Ketten) zum Antrieb derselben durch die Kurbelwelle. Ferner sind Vorrichtungen zur Dämpfung von Torsionsschwingungen erforderlich.

[0003] Die Nachteile dieser Bauart liegen darin, dass einerseits die Zeitpunkte für den Einspritzbeginn, das Öffnen und Schliessen der Gaswechselventile durch die jeweiligen Nocken fest vorgegeben sind und andererseits zum variablen Betätigen der Gaswechselventile und/oder für einen variablen Einspritzbeginn grössere konstruktive Aufwendungen notwendig sind.

[0004] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde eine Hubkolbenbrennkraftmaschine mit mehreren Zylindern unter Vermeidung der genannten Nachteile zu verbessern.

[0005] Die mit der Erfindung erzielbaren Vorteile sind darin zu sehen, dass aus der Anwendung der elektronischen Steuerung eine kostengünstigere Ausführung der Maschine, ein geringerer Brennstoffverbrauch, ein geringerer Schadstoffausstoss, eine geringe Erwärmung der Bauteile, eine einfachere Wartung und ein zuverlässiger Betrieb folgt. Im weiteren wird der Betrieb der Maschine mit einer Drehzahl von weniger als 25 % der Nenndrehzahl verbessert, was insbesondere bei langsamer Fahrt durch enge Gewässer den kontinuierlichen Betrieb der Maschine durch verbesserten Rundlauf ermöglicht.

[0006] Nachfolgend wird die Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert.

[0007] Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Ausführungsform einer erfindungsgemässen Zweitakt-Dieselmotor;

Fig. 2 eine schematische Darstellung der Maschine gemäss Fig. 1;

Fig. 3 eine schematische Darstellung einer Ausführung einer Einspritzvorrichtung;

Fig. 4 eine schematische Darstellung eines Gaswechselsystems;

Fig. 5 ein Blockschema der Steuerung für die Maschine;

Fig. 6 eine schematische Darstellung einer anderen Ausführung einer Einspritzvorrichtung und

Fig. 7 eine Einzelheit A in Fig. 4.

[0008] Es wird auf die Fig. 1 bis 3 Bezug genommen. Die Fig. 1 zeigt einen Zweitakt - Dieselmotor der z.B. vier nicht dargestellten Zylindern aufweist und bei welchem das Zusammenspiel zwischen Gaswechselventilbewegung, Brennstoffzufuhr und Kolbenstellung elektronisch gesteuert wird. Die Maschine hat ein an der Kurbelwelle montiertes erstes Zahnrad 1 und ein zweites Zahnrad 2, das mit dem ersten Zahnrad kämmt. Das zweite Zahnrad 2 ist bei einem mechanischen Antrieb für Hilfsenergie vorhanden und kann bei bestimmten Zylinderzahlen zum Antrieb der Kompensation der Massenkräfte zweiter Ordnung benutzt werden. Die Maschine enthält Hochdruckpumpen 3, vorzugsweise Saugdrosselpumpen mit variablen Förderdruck für den Brennstoff, einen Druckregleraktuator 4, Akkumulatoren 5 für den Brennstoff, die über Rohrleitungen 6 mit den Hochdruckpumpen in Verbindung stehen, Druckpumpen 7, 107 für Steueröl und Akkumulatoren 8, 108 für Steueröl, die über eine Rohrleitung 109 mit der Druckpumpe 107 in Verbindung stehen, wobei jeweils nur eine Pumpe, ein Akkumulator und eine Rohrleitung dargestellt sind. Die Hochdruckpumpe 3 für den Brennstoff wird durch das zweite Zahnrad 2 angetrieben und die Pumpe 107 für das Steueröl wird durch einen Hilfsmotor angetrieben.

[0009] Wie die Figur 2 zeigt ist für einen Zylinder ein Einspritzsystem 11, das mit dem Akkumulator 5 als auch mit dem zweiten Akkumulator 108 in Verbindung steht und ein Gaswechselsystem 12 vorgesehen, das mit einem dritten Akkumulator 8 in Verbindung steht.

[0010] Die Akkumulatoren 5, 108 sind rohrähnliche Bauteile mit oder ohne Einbauten. Bei den Akkumulatoren ohne Einbauten beruht die Volumenspeicherung vorzugsweise einzig auf der Elastizität der zu speichernden Medien. Am Akkumulator 5 für den Brennstoff ist ein Sicherheitsventil 16, das den Druck im Akkumulator auf einen festen Maximalwert begrenzt und ein Drucksensor 17 vorgesehen, der den Druck im Akkumulator feststellt.

[0011] Die Druckpumpen 7, 107 der Akkumulator 8, 108 für Arbeitsöl bzw. Steueröl sowie Vorsteuerventile 14 bilden jeweils ein hydraulisches System zur Steuerung des Einspritzsystems und des Gaswechselsystems, wobei jeder Pumpe ein Filter 13 vorgeschaltet

und jeder Akkumulator 8, 108 mit einem Drucksensor 18, 19 versehen ist. In den Zu- und Ablauf des hydraulischen Steuersystems sowie in die Brennstoffleitung zwischen Akkumulator 5 und Einspritzsystem 11 sind Ventile 40, 41, 42 eingebaut, welche erlauben, das Einspritzsystem jedes einzelnen Zylinders vom Motor abzutrennen, so dass Reparaturen am Einspritzsystem bei laufendem Motor durchgeführt werden können.

[0012] Die Maschine weist eine elektronische Steuervorrichtung auf. Zum Feststellen der Drehzahl der Kurbelwelle und des Kurbelwinkels sind Winkelgeber 25 über mechanische Mittel mit der Kurbelwelle schlupf- und spielfrei verbunden, wobei zwischen dem zweiten Zahnrad 2 und den Winkelgebern 25 ein Getriebe (nicht dargestellt) vorgesehen werden kann, so dass die Winkelgeber mit der Motordrehzahl drehen. Es sind zwei Referenzgeber 26 vorgesehen, um den Synchronismus zwischen der Kurbelwelle und dem Winkelgeber zu überwachen.

[0013] Die Steuervorrichtung enthält mindestens eine Zentraleinheit 21, ein Steuermodul 22 für jeden Zylinder, eine Fernsteuerung 23 und einen Drehzahlregler 24. Die Zentraleinheit 21 und die Steuermodule 22 sind über ein Datenbus vernetzt bilden aber eigenständige Steuereinheiten mit einem fest zugewiesenen Aufgabenbereich. Die Fernsteuerung 23 ist mit der Zentraleinheit 21 signalübertragend verbunden. Die Drucksensoren 17, 18 und 19 sind mit Zentraleinheit 21 verbunden. Die Zentraleinheit 21 ist ferner mit dem Druckregleraktuator bzw. Druckregleraktuatoren 4 der Hochdruckpumpen 3 für Brennstoff und dem Druckstellglied bzw. Druckstellgliedern der Hochdruckpumpe bzw. Druckpumpen 7 für Arbeitsöl verbunden. Das Steuermodul 22 ist mit den Vorsteuerventilen 14 des Einspritzsystems 11 und des Gaswechselsystems 12 sowie einem Messsystem 71 des Gaswechselsystems und einem Messsystem 36 zur volumetrischen Einspritzung verbunden (Fig. 7).

[0014] Die Zentraleinheit 21 enthält einen Speicher, in welchem sämtliche den Motor betreffende Funktionen gespeichert sind. Die Steuermodule enthalten ebenfalls einen Speicher, in welchen die den Zylinder betreffenden Funktionen abgelegt sind.

[0015] Die Zentraleinheit 21 bildet die Schnittstelle der motorrelevanten Sensoren, dem Drehzahlregler und der Fernsteuerung (Operator Interface) zu den Steuereinheiten der Zylinder. Zudem ist sie für die Regelung der Drücke in den verschiedenen Medien zuständig.

[0016] Entsprechend den zugeführten Daten wird in der Zentraleinheit der momentane und der gewünschte Betriebszustand des Motors festgelegt und den Steuermodulen 22 über den Bus mitgeteilt.

[0017] Die Steuermodule 22 bestimmen diesen Daten entsprechend den Einspritzzeitpunkt, die Einspritzmenge sowie die Gaswechsel-Steuerzeiten unter Berücksichtigung der zylinderindividuellen Offsets und Totzeiten. Aus Sicherheitsgründen ist bei dieser Ausfüh-

rung die Zentraleinheit 21 in redundanter Form vorzusehen. Der Ausfall eines Steuermoduls 22 wird in Kauf genommen, da trotz des Ausfalls eines Zylinders die Betriebserhaltung gewährleistet ist.

[0018] Als Ausführungsvariante mit nur einer Zentraleinheit 21 kann diese nur noch die Funktionen als Druckregler und als Schnittstelle zum Operator beinhalten. Diese beiden Funktionen sind mit einem von der Zentraleinheit unabhängigen, einfachen Backup-System abgesichert. Alle übrigen Daten und Funktionen sind in jeder einzelnen Steuereinheit 22 integriert, womit der Motor sowohl beim Ausfall der Zentraleinheit 21, als auch einer Steuereinheit 22 betriebsfähig bleibt.

[0019] Nachfolgend wird das Einspritzsystem 11 beschrieben, das für jeden der vier Zylinder z.B. drei Brennstoffdüsen 31 und eine Einspritzvorrichtung 32 umfasst und der ein oder mehrere Vorsteuerventile 14 zugeordnet sind.

[0020] Die Fig. 3 zeigt eine Ausführung der Einspritzvorrichtung 32 in der Grundstellung. Die Einspritzvorrichtung enthält einen Dosierkolben 34, einen Ventilschieber 35 und eine Wegaufnehmersystem 36 zur Überwachung der Stellung des Dosierkolbens, um eine volumetrische Einspritzung zu realisieren. Der Dosierkolben 34 ist als Differenzkolben ausgebildet. Der Dosierkolben 34 ist in einer Dosierkammer 37 angeordnet, in welche einerseits ein Verbindungskanal zum Akkumulator 5 mündet und die andererseits mit einem Kanal 140 in Verbindung steht. Dieser Kanal verbindet eine Kammer 141 und eine Kammer 142, wobei mit Vorteil die Länge des Kanals kurz ausgelegt ist, um dynamische Druckunterschiede gering zu halten und ein selbstständiges Öffnen des Ventilschiebers zu verhindern. In die Kammer 141 mündet eine Blindbohrung 143. In der Kammer 141 ist eine Feder 145 angeordnet, die einerseits am Ventilschieber 35 und andererseits in der Kammer 141 abgestützt und dazu bestimmt ist, den Ventilschieber in der Grundstellung zu halten. Am Ventilschieber 35 sind ein Ventilsitz 38^I und zwei Steuerkanten 38^{II} und 38^{IV} ausgebildet. Der Ventilschieber 35 ist im Gehäuse angeordnet und bildet mit diesem Spaltdichtungen 38^{III}, 38^V und 39. Der Ventilschieber 35 weist einen Kolben 144 auf, der in die Blindbohrung hineinragt. In den Einspritzkanal zweigt ein Rücklaufkanal für Brennstoff ab, der mit einer Blende 30 versehen ist, so dass bei hängengebliebener Düsennadel keine Brennstoffeinspritzung erfolgt, weil der Brennstoff über die Blende in den drucklosen Raum abfließt.

[0021] Das Vorsteuerventil ist als ein Umschaltventil ausgebildet und muss eine positive Überdeckung zwischen den Schaltstellungen aufweisen, um ein Leerlaufen des zweiten Akkumulators 108 bei hängengebliebenen Ventilkolben zu verhindern.

[0022] Ferner ist eine nicht dargestellte Einheit vorgesehen, um jeden Zylinder in Abhängigkeit der Last und/oder des Kurbelwinkels mit Schmiermittel zu versorgen.

[0023] Nachfolgend wird die Funktion des Einspritz-

systems beschrieben. In der Grundstellung des Ventilschiebers 35 strömt Brennstoff vom Akkumulator 5 über die Steuerkante 38^{IV} des Ventilschiebers 35 in die Dosierkammer 37. Wegen der Flächendifferenz läuft der beidseits mit Akkudruck beaufschlagte Dosierkolben 34 in seine definierte Endstellung. Der Dosierkolben 34 und der Ventilschieber 35 sperren den Durchfluss von Brennstoff aus dem Akkumulator 5 zu den Brennstoffdüsen 31 und verhindern ein Auslaufen des Akkumulators 5, wenn z.B. die Düsennadel einer Brennstoffdüse hängengeblieben ist. Ferner strömt Brennstoff über den Kanal 140 in die Kammern 141 und 142, so dass in diesen der gleiche Druck herrscht. Dies hat den Vorteil, dass der Ventilschieber nur aufgrund eines Steuerbefehls betätigt werden kann.

[0024] Das Vorsteuerventil 14 wird durch das Steuermodul 22 geschaltet, so dass Steueröl aus dem Akkumulator 108 auf den Steuerkolben 39 des Ventilschiebers 35 gelangt und diesen verschiebt. Wegen der positiven Überdeckung zwischen dem Ventilsitz 38^I und der Steuerkante 38^{II} schliesst 38^{IV} bevor 38^{II} sich öffnet. Bei offener Steuerkante 38^{II} besteht eine Verbindung zwischen der Dosierkammer 37 und den Brennstoffdüsen 31. Durch die Verschiebung des Ventilschiebers 35 wird der Kolben 144 in die Blindbohrung 143 verschoben, wobei durch die Steuerkante 147 die Bremsung der Bewegung des Ventilschiebers eingeleitet und in besonders vorteilhafter Weise eine Dämpfung erzielt wird.

[0025] Die Rückseite des Dosierkolbens ist mit dem Akkumulator 5 verbunden und der Druck in diesem verschiebt Brennstoff zur Brennstoffdüse 31 solange, bis das Brennstoffvolumen dem Produkt Dosierkolbenfläche mal Dosierkolbenhub entspricht, um den von dem Drehzahlregler vorgegebenen Drehzahlwert zu erhalten, d.h. es wird eine volumetrische Brennstoffzumesung realisiert. Die Verschiebung des Dosierkolbens 34 wird mittels des Messsystems 36 erfasst und das Steuermodul 22 schaltet das Vorsteuerventil 14 um, so dass beim Ventilschieber 35 zuerst die Steuerkante 38^{II} schliesst und anschliessend die Steuerkante 38^{IV} öffnet. Dadurch wird die Brennstoffzufuhr zur Brennstoffdüse 31 unterbrochen.

[0026] Jeder Brennstoffdüse 31 ist ein Ventilschieber 35 zugeordnet, so dass die Brennstoffdüsen für jeden Zylinder unabhängig voneinander gesteuert werden können und alle Einspritzmöglichkeiten, wie z.B. einfache Einspritzung - einfach oder mehrfach unterbrochene Einspritzung - verschiedenen lange Einspritzzeiten an den einzelnen Brennstoffdüsen jeweils auch mit zyklischer oder stochastischer Vertauschung durchführbar sind (Fig.2). Es ist von Vorteil, wenn die Brennstoffdüse mit einer Dämpfung für die Düsennadel versehen ist. Hierzu ist eine Kammer 148 und ein Kanal 149 im Gehäuse ausgebildet, welcher die Kammer mit der Leckleitung verbindet. Die Düsennadel ist an dem Ventilsitz abgewandten Ende mit einem Kolben 150 versehen, der in die Kammer hinragt. Als low-cost Version kann ein einziger Ventilschieber 35 alle Brennstoffdüsen ei-

nes Motorzylinders bedienen. Mit dem beschriebenen System können auch die bei diesen Motoren üblichen Schwer- und Rückstandsöle verwendet werden.

[0027] Wie die Fig. 4 zeigt, enthält das Gaswechselsystem 12 eine Einrichtung 51 mit einem Trennkolben 56 und einen Steuerkolben 52, welche jeweils einem Gaswechselventil 53 zugeordnet sind. Der Trennkolben 56 ist dazu bestimmt, das hydraulische System (Arbeitsöl) vom Schmierölkreislauf zu trennen sowie die Bewegung des Auslassventils 53 im Bereich der Endstellungen zu dämpfen. Das Vorsteuerventil 14 entnimmt in einer Schaltstellung Arbeitsöl aus dem Akkumulator 8 und schaltet den Steuerkolben 52 in eine von zwei möglichen Stellungen, in der das Gaswechselventil 53 wegen einer Ventilluftfeder 61 in die "geschlossen"-Position gelangt. Dabei wird ein Antriebskolben 54 über dem Ventilschaft verschoben und verdrängt Öl in eine Rohrleitung 55, welches seinerseits einen Kolben 56 verdrängt und nahezu in eine definierte Ausgangsstellung bringt. Der Kolben 56 seinerseits verdrängt Arbeitsöl über den Steuerkolben 52 in die Leitung 57 zu einem Sammel-tank. Während der Zeit bis zum nächsten Schalten des Gaswechselventils 53 wird wegen Leckverlusten und durch eine nicht dargestellte ständige Entlüftung verloren gegangenes Öl über eine Leitung 58 und Rückschlagventil 59 nachgefüllt und dadurch Kolben 56 vollends in die definierte Ausgangsstellung gebracht.

[0028] Wird das Vorsteuerventil 14 in die andere Stellung gestellt, bewegt eine Druckfeder 60 den Steuerkolben 52 in die andere Stellung, so dass das Arbeitsöl über das Vorsteuerventil 14 abfließen kann, und verbindet über den Steuerkolben 52 die Seite des Kolbens 56, die der Rohrleitung 58 abgewandt ist, mit dem Akkumulator 8. Das über den Kolben 56, die Rohrleitung und den Antriebskolben 54 strömende Arbeitsöl öffnet das Gaswechselventil gegen den noch im Zylinder des Motors herrschenden Gasdruck und die Ventilluftfeder 61.

[0029] Weil nur zu Beginn dieser Bewegung, im Falle der Verwendung des Gaswechselventils als Auslassventil, eine grosse Kraft vorhanden sein muss, um gegen den noch im Zylinder vorhandenen Restdruck zu öffnen, ist der Antriebskolben 54 als Stufenkolben 65, 66 ausgebildet. Zu Beginn der Wegstrecke der Ventilbewegung wirkt der grössere Kolben 65 mit seiner grösseren Querschnittsfläche und erzeugt die Kraft, die nötig ist, das Gaswechselventil 53 zu öffnen. Im weiteren Verlauf der Ventilbewegung genügt eine kleinere Kraft, um das Gaswechselventil 53 den vollständigen Hub ausführen zu lassen. Der grössere Kolben 65 bewegt sich gegen einen Anschlag 67, wobei die Bewegung kurz vor Erreichen dieses Anschlages durch eine nicht dargestellte Dämpfung gebremst wird. Mit dieser Anordnung der Kolben 65 und 66 wird die dem zweiten Akkumulator 8 entnommene Menge an Arbeitsöl minimiert.

[0030] Das Messsystem 71 enthält einen Stufenkegel 72 und redundante Sensoren 78, um die Bewegung des Gaswechselventils zu detektieren und ein Messsignal zu

erzeugen, das zum Steuermodul 22 geleitet wird. Die Steuerung erkennt, ob die Gaswechselventilbewegungen den Sollwerten entsprechen, greift bei Fehlschaltungen ein und unterbindet z.B. die nächste Brennstoffeinspritzung an dem betreffenden Zylinder. Auf diese Weise ist sichergestellt, dass z.B. ein n-Zylindermotor mit (n-1) Zylindern betrieben werden kann. Wie die Fig. 7 zeigt, weist der Stufenkegel 72 einen ersten kegelförmigen Abschnitt 79, einen daran angrenzenden zylindrischen Abschnitt 76 und einen anschliessenden zweiten kegelförmigen Abschnitt 77 auf, wobei der Kegelswinkel des ersten und zweiten Abschnittes möglichst gross gewählt ist, um den Messbereich der Sensoren voll auszunützen. Der erste Abschnitt 79 erfasst das Öffnungsverhalten des Ventils und ermöglicht die Dämpfung während der Öffnung des Ventils zu beurteilen. Der zweite Abschnitt 77 erfasst das Schliessverhalten des Ventils und ermöglicht die Dämpfung während dem Schliessen des Ventils zu beurteilen. Bei kleineren Motoren mit weniger Auslassventilhub und geringeren Toleranzen ist auch eine Ausführung mit einem einfachen Kegel möglich, welcher den ganzen Ventilhub mit nur einem Kegelabschnitt abdeckt.

[0031] Wenn aus irgendeinem Grunde das Gaswechselventil 53 nicht ganz schliesst, steht auch der Stufenkolben 65 und 66 nicht in seiner Ausgangsposition, d.h. es befindet sich zuviel Öl in der Leitung 55. Wenn nun der Kolben 56 die volle Menge Öl fördert, würde das Gaswechselventil 53 mit der Luftfeder 61 undefiniert mit grosser Geschwindigkeit gegen die Ventileinführungsbüchse gedrückt, was zu einer Motorhavarie führen könnte. Um dieses zu verhindern, sind Tellerfedern vorgesehen, welche durch Zusammendrücken die Bewegungsenergie der Masse des Gaswechselventils aufnehmen und dadurch Schäden am Motor verhindern. Eine nicht dargestellte ständige Entlüftung des Systems zwischen der Rohrleitung 55 und dem Antriebskolben 54 sowie die nicht vermeidbaren Leckverluste sorgen dafür, dass bei Ausfall der hydraulischen Steuerung während der "offen"-Phase des Gaswechselventils dieses nach einiger Zeit (Minuten) selbsttätig schliesst.

[0032] Da der Kolben 56 das hydraulische System vom Schmierölkreislauf trennt, ist die Verschmutzungsgefahr des Arbeitsölkreises weitgehend eliminiert, weil bei Abdecken des Zylinders der mit feingefiltertem Öl gefüllte Arbeitsölkreis nicht geöffnet werden muss. In die Leitung zwischen dem zweiten Akkumulator 8 und Steuerkolben 52, sowie in die Nachspeiseleitung 58 vor Rückschlagventil 59 und in die Abflussleitung 57 sind Ventile 73, 74, 75 eingebaut, welche erlauben, das Gaswechselsystem jedes einzelnen Zylinders vom Motor abzutrennen, so dass Reparaturen an der Auslassventilsteuerung bei laufendem Motor durchgeführt werden können.

[0033] Wie die Fig. 5 zeigt, kann die Steuervorrichtung zwei Zentraleinheiten 21 aufweisen, wobei eine als Haupteinheit und die andere als Reserveeinheit betrieben wird. Die Zentraleinheiten 21 sind mit jedem Steu-

ermodul 22 und den Gebern 25, 26 mittels Bus-System verbunden. Die Geber 25, 26 sind so angeordnet, dass bei einer bestimmten Winkelstellung der Kurbelwelle alle Gebersignale über eine Logik auf ihre Gültigkeit geprüft werden. Wird ein Fehler festgestellt, kann auch der defekte Geber festgestellt werden. Jede Steuereinheit 22 steuert mit Hilfe der Daten der Zentraleinheit 21 das Einspritzsystem, das Gaswechselsystem, und die Startluftventile 28. Falls eine Einlasssteuerung 27, eine Wasserteinspritzung oder eine sequentielle Kolbensmierung vorgesehen ist, wird diese ebenfalls von dem Steuermodul 22 gesteuert. Im Normalbetrieb teilen sich die beiden in Fig. 5 dargestellten Busse die Aufgaben in dem Sinn, als das der eine nur zur Kommunikation zwischen den Modulen dient, der andere nur zur Übertragung der aktuellen Kurbelwellenposition und der Drehzahl. Im Notbetrieb, also bei Defekt an einem der Busse, kann der Motor mit geringerer Genauigkeit auch nur mit dem intakten Bus betrieben werden.

[0034] Tritt eine Störung oder ein Ausfall der elektronischen Steuerung auf, beispielsweise ein Schaden an beiden Winkelgebern 25, so dass die Zentraleinheit 21 die benötigten elektrischen Signale nicht mehr korrekt oder gar nicht mehr generieren kann, so bedarf es eines Notsystems, um die Betriebsfähigkeit des Grossdieselmotors zu erhalten. Wie die Fig. 5 zeigt, kann hierzu bei der erfindungsgemässen Brennkraftmaschine eine Impulssteuerwelle 91 vorgesehen werden, welche die elektrischen Steuersignale für die Vorsteuereinheiten 14 auf den Arbeitszyklus des Motors abgestimmt erzeugt. Die Impulssteuerwelle 91 ist eine separate Einheit, die mit der Kurbelwelle der Maschine mechanisch verbunden ist.

[0035] Die Fig. 6 zeigt eine andere Ausführung der Einspritzvorrichtung. Die Druckpumpe 7, der Akkumulator 8 und Vorsteuerventile 14 bilden ein hydraulisches System zur Steuerung der Einspritzung und zur Betätigung des Gaswechsels.

[0036] Die Einspritzvorrichtung enthält einen Dosierkolben 81, einen Ventilschieber 82, ein Steuerventil 83 und ein Wegaufnehmersystem 84 zur Überwachung der Stellung des Dosierkolbens, um eine volumetrische Einspritzung zu realisieren. Der Dosierkolben ist als Druckverstärker ausgebildet. Eine Druckpumpe 86 fördert den Brennstoff in den Druckverstärker 81 und das Steuerventil 83 sperrt den Durchfluss zu den Einspritzdüsen.

[0037] In der Grundstellung ist der Ventilschieber geschlossen, der Druckverstärker in der Ausgangsstellung und das Steuerventil geschlossen. Der mittels der Druckpumpe in den Druckverstärker geförderte Brennstoff hält den Druckverstärker in der Ausgangsstellung. Wird der Steuerschieber durch das hydraulische System mit dem Vorsteuerventil 14a betätigt, strömt unter Druck stehendes Steueröl in den Druckverstärker und verschiebt diesen. Der Druckverstärker erhöht den Druck im Brennstoff auf Einspritzdruck. Es wird darauf hingewiesen, dass für jeden Zylinder ein oder mehrere Vorsteuerventile 14 oder Steuerventile 83 vorgesehen

werden können.

[0038] Die Hubkolbenbrennkraftmaschine enthält ein Einspritzsystem zur volumetrischen Einspritzung für jeden Zylinder, eine oder mehrere Hochdruckpumpen zum Zuführen von Brennstoff, mindestens eine Druckpumpe zum Zuführen von Steuermedium, jeweils einen Akkumulator für Brennstoff, Steuer und Arbeitsöl, welche mit den Pumpen als auch mit dem Gaswechselsystem in Verbindung steht, ein hydraulisches System mit Organen zur Steuerung der Einspritzung und Betätigung des Gaswechsels, einen oder mehrere Winkelgeber und eine Steuervorrichtung mit einer Zentraleinheit und mehreren elektronischen Steuermodulen, um die Startluftzufuhr, die Einspritzung, den Gaswechsel und die Zentralschmierung zu steuern.

[0039] Die Maschine wird im Normalbetrieb auf rein elektronischem Wege gesteuert.

Patentansprüche

1. Hubkolbenbrennkraftmaschine mit mehreren Zylindern, insbesondere Zweitakt-Dieselmotor, enthaltend ein Einspritzsystem (11) zur volumetrischen Einspritzung von Brennstoff mittels Dosierkolben für jeden Zylinder, ein Gaswechselsystem (12) für jeden Zylinder, mehrere Pumpen (4, 7, 107, 15) zum Zuführen von Brennstoff und Steuermedium, einen oder mehrere Akkumulatoren für Brennstoff und Steuermedium, welche mit den Pumpen als auch mit dem Einspritzsystem und/oder dem Gaswechselsystem in Verbindung stehen, ein hydraulisches System mit Organen (14) zur Steuerung der Einspritzung und des Gaswechsels, eine Schmiervorrichtung für jeden Zylinder, einen oder mehrere Winkelgeber (22, 24) und eine Steuervorrichtung (21) mit mehreren elektronischen Steuermodulen (92), um die Brennstoffzufuhr und den Gaswechsel zu regeln und die Startluftzufuhr zu steuern.
2. Hubkolbenbrennkraftmaschine mit mehreren Zylindern, insbesondere Zweitakt-Dieselmotor, enthaltend ein Einspritzsystem (11) zur volumetrischen Einspritzung von Brennstoff mittels Dosierkolben für jeden Zylinder, ein Gaswechselsystem (12) für jeden Zylinder, mehrere Pumpen (3, 7, 107, 15) zum Zuführen von Brennstoff und Steuermedium, einen oder mehrere Akkumulatoren (15; 8; 108) für Brennstoff und Steuermedium, welche mit den Pumpen als auch mit dem Einspritzsystem und/oder dem Gaswechselsystem in Verbindung stehen, ein hydraulisches System mit Organen (14) zur Steuerung der Einspritzung und des Gaswechsels, eine Schmiervorrichtung für jeden Zylinder, einen oder mehrere Winkelgeber (25, 26) und eine Steuervorrichtung mit einer Zentraleinheit (21) für die Maschine und mit einem autonomen elektronischen Steuermodul (22) für jeden Zylinder, der Art,

dass zur Brennstoffzufuhr die Brennstoffdüsen individuell ansteuerbar sind sowie der Gaswechsel regelbar und die Startluftzufuhr steuerbar ist.

3. Brennkraftmaschine nach Anspruch 1 oder 2, bei welcher eine Hochdruckpumpe (4) vorzugsweise mit einer Saugdrosselsteuerung für den Brennstoff versehen ist.
4. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher die Pumpe (7) für Arbeitsmedium mit der Kurbelwelle verbunden ist.
5. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, welche einen Hilfsantrieb für die Pumpe (7) für Arbeitsmedium aufweist.
6. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher Akkumulatoren (5, 8, 108) mit oder ohne Einbauten vorgesehen sind.
7. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher ein Sicherheitsventil (16) für den Akkumulator (5) für Brennstoff vorgesehen ist, um den Druck im Akkumulator auf einen eingestellten Maximalwert zu halten.
8. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher in den Förderleitungen für Brennstoff und Steuermedium jeweils Ventile (40, 41, 42; 73, 74, 75) vorgesehen sind, um die Einspritzvorrichtung (11) und das Gaswechselventil (13) jedes einzelnen Zylinders vom Motor abzutrennen, wobei die Ventile manuell betätigt werden können.
9. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher zur Dosierung des Brennstoffes ein Differenzkolben (34) oder ein Stufenkolben (81) vorgesehen ist.
10. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, welche ein Messsystem aufweist, um die Bewegung des Dosierkolbens (34, 81) zu regeln.
11. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher eine Zentralschmierung mit einer Druckregelung vorgesehen ist.
12. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher eine getaktete Zentralschmierung vorgesehen ist.
13. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher für jeden Zylinder ein elektrisch steuerbares Ventil für Startluft vorgesehen ist.

14. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, welche eine Impulssteuerwelle (23) aufweist, die mit der Kurbelwelle verbunden ist, um die Maschine bei Ausfall der Steuervorrichtung zu steuern. 5
15. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, welche mehrere auf einer Welle angeordnete Winkelgeber (25), um ein den Kurbelwinkel darstellendes Signal zu erzeugen und mehrere Referenzgeber (26) mit einer Steuerlogik vorgesehen sind, um das den Kurbelwinkel darstellende Signal zu überprüfen. 10
16. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher jedem Zylinder ein Steuermodul zugeordnet ist, das mit der Steuervorrichtung signalübertragend verbunden ist. 15
17. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, welche ein Messsystem aufweist, um die Bewegung des Gaswechselventils zu regeln. 20
18. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, bei welcher für jeden Zylinder eine Einlasssteuerung (27) vorgesehen ist. 25
19. Brennkraftmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass Filter (13) vorgesehen sind, die den Pumpen (7, 107) für Steueröl vorgeschaltet sind. 30

35

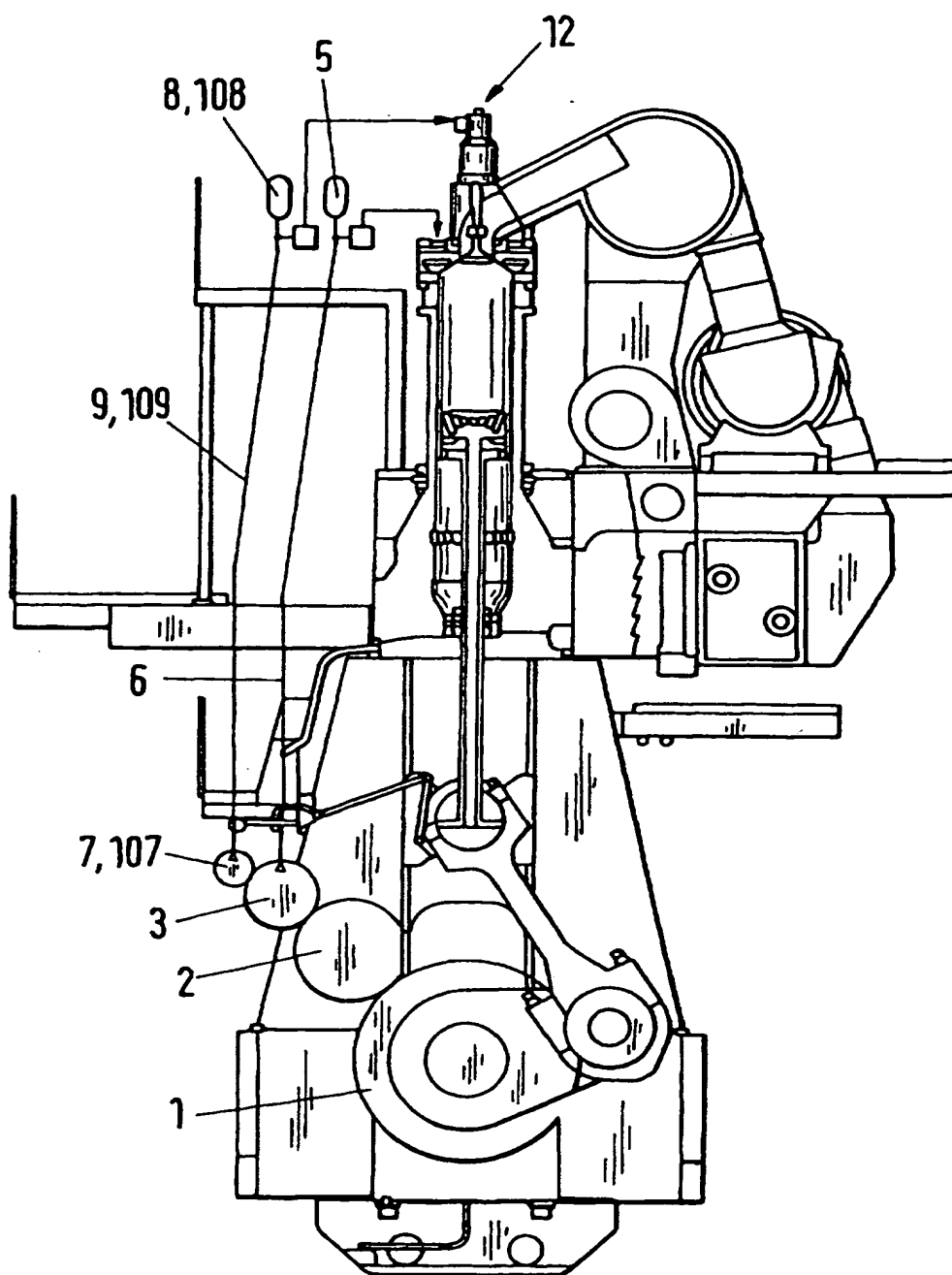
40

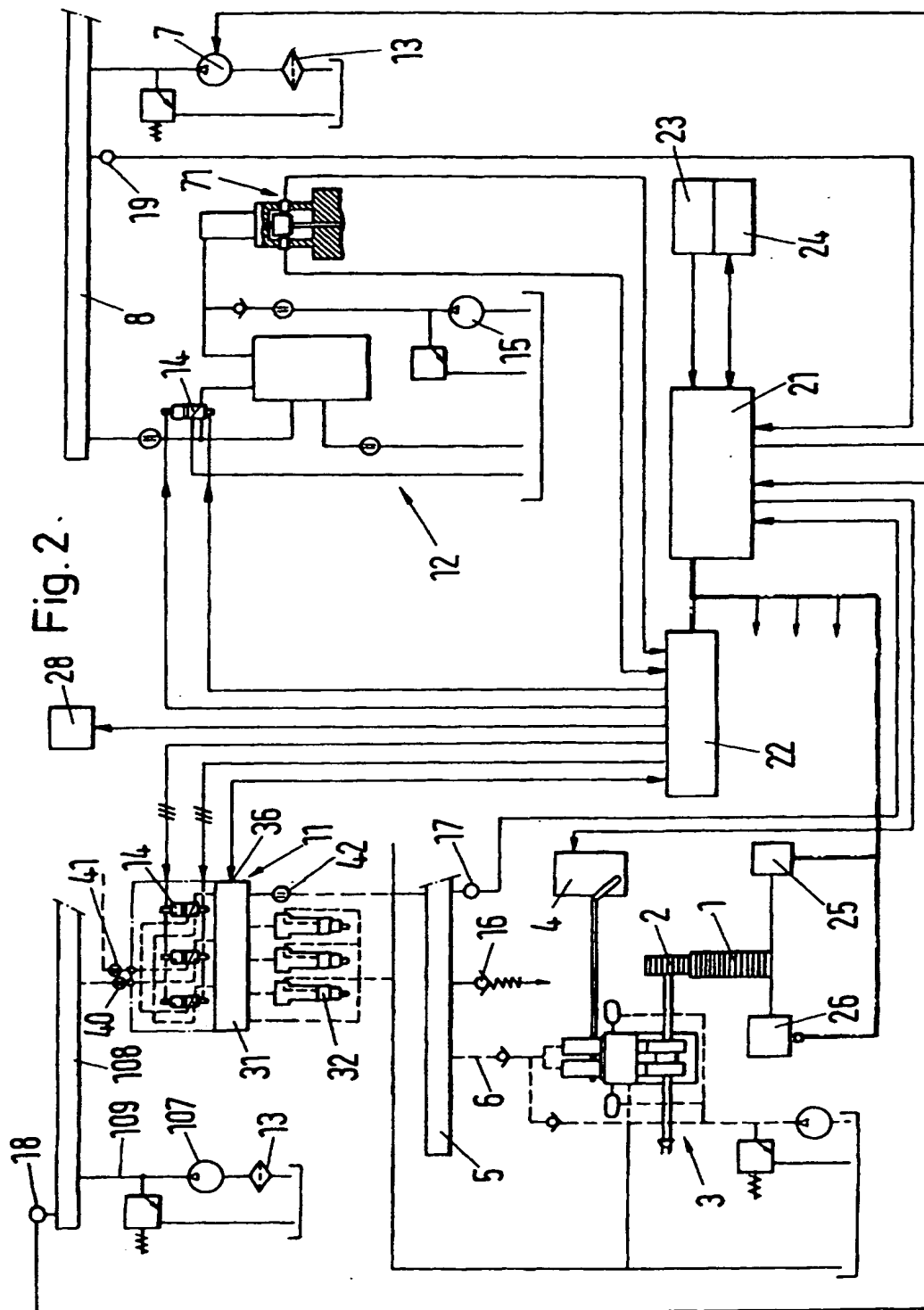
45

50

55

Fig. 1





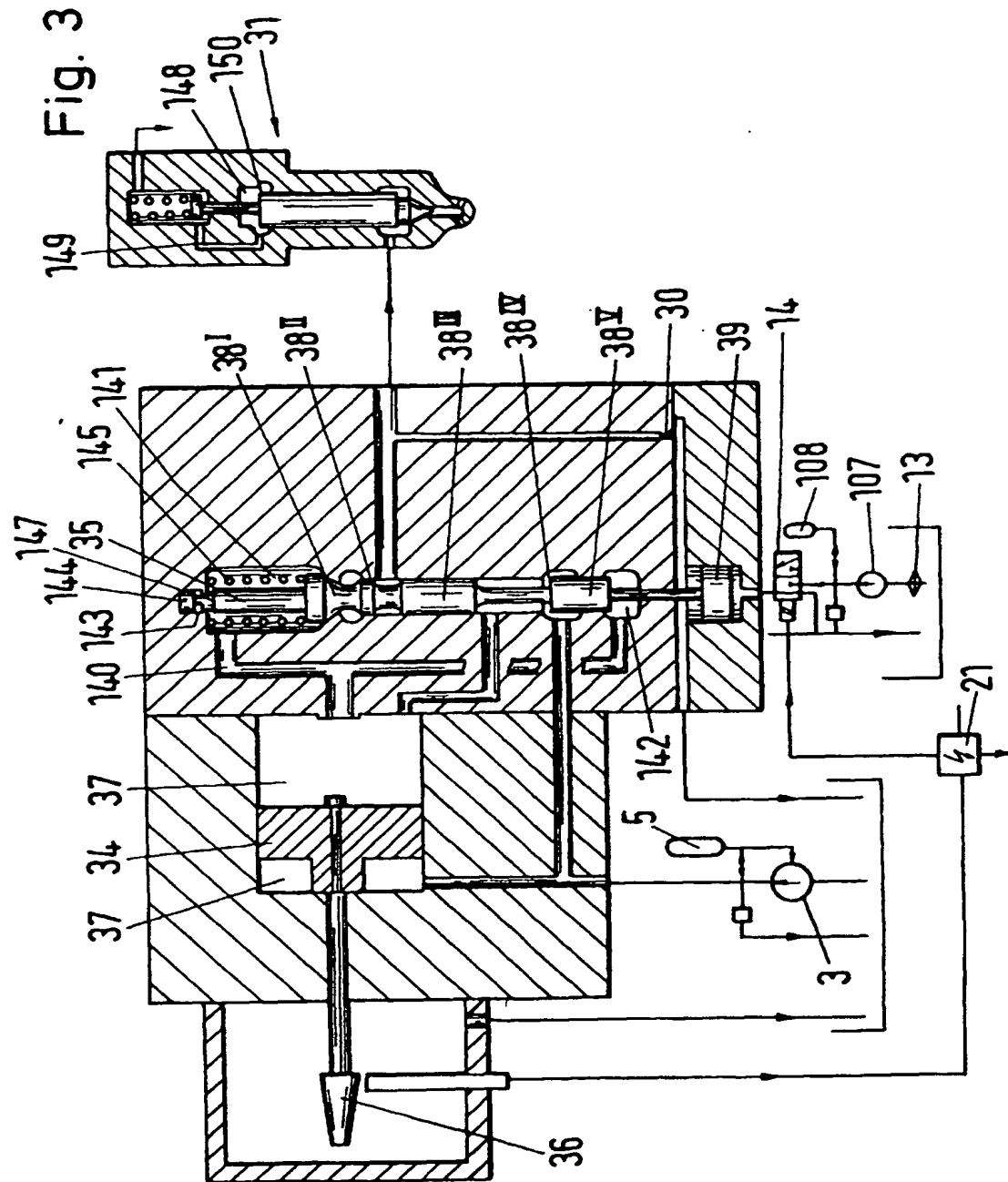


Fig. 4

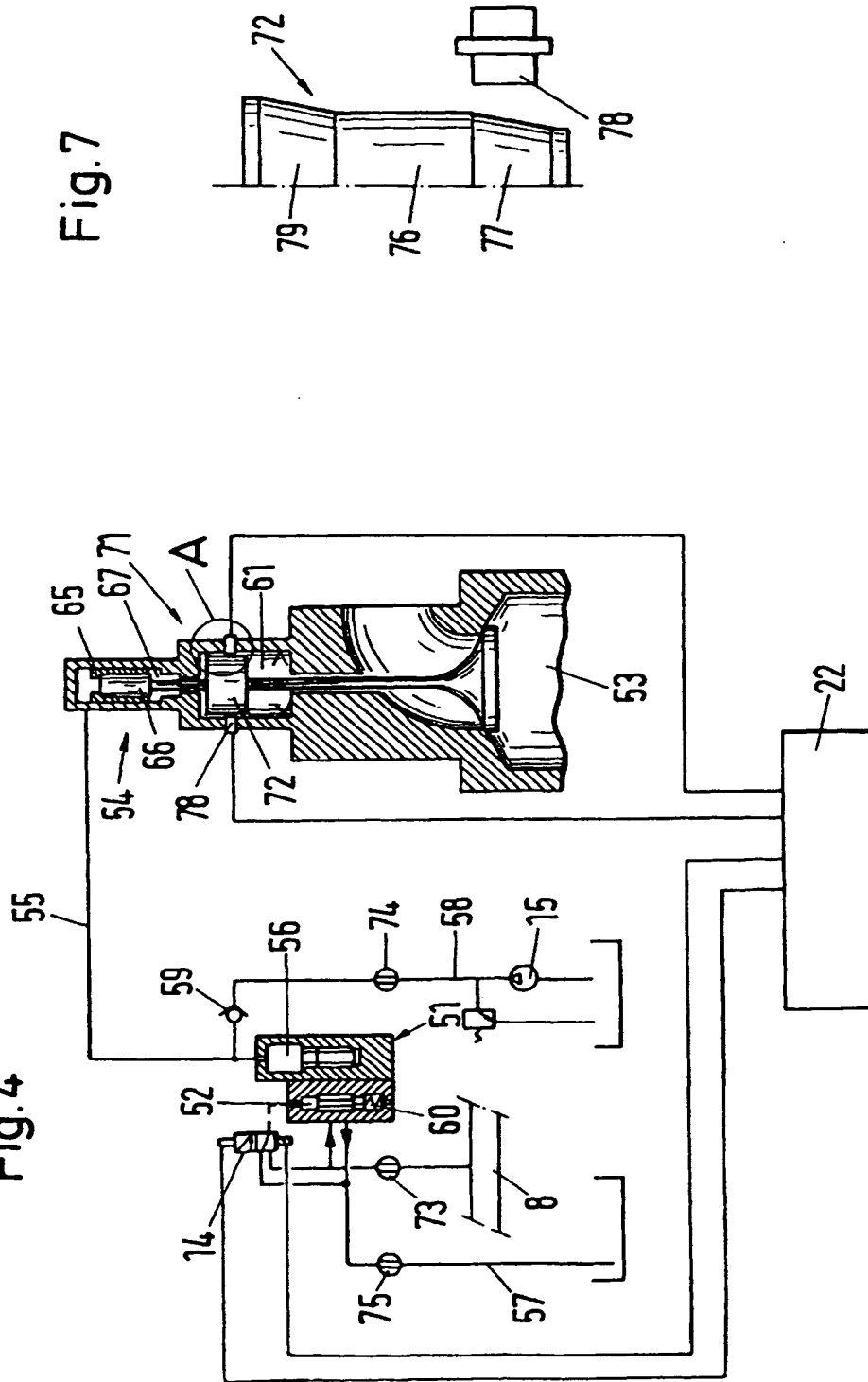


Fig. 7

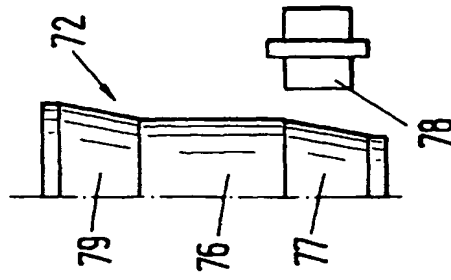


Fig. 5

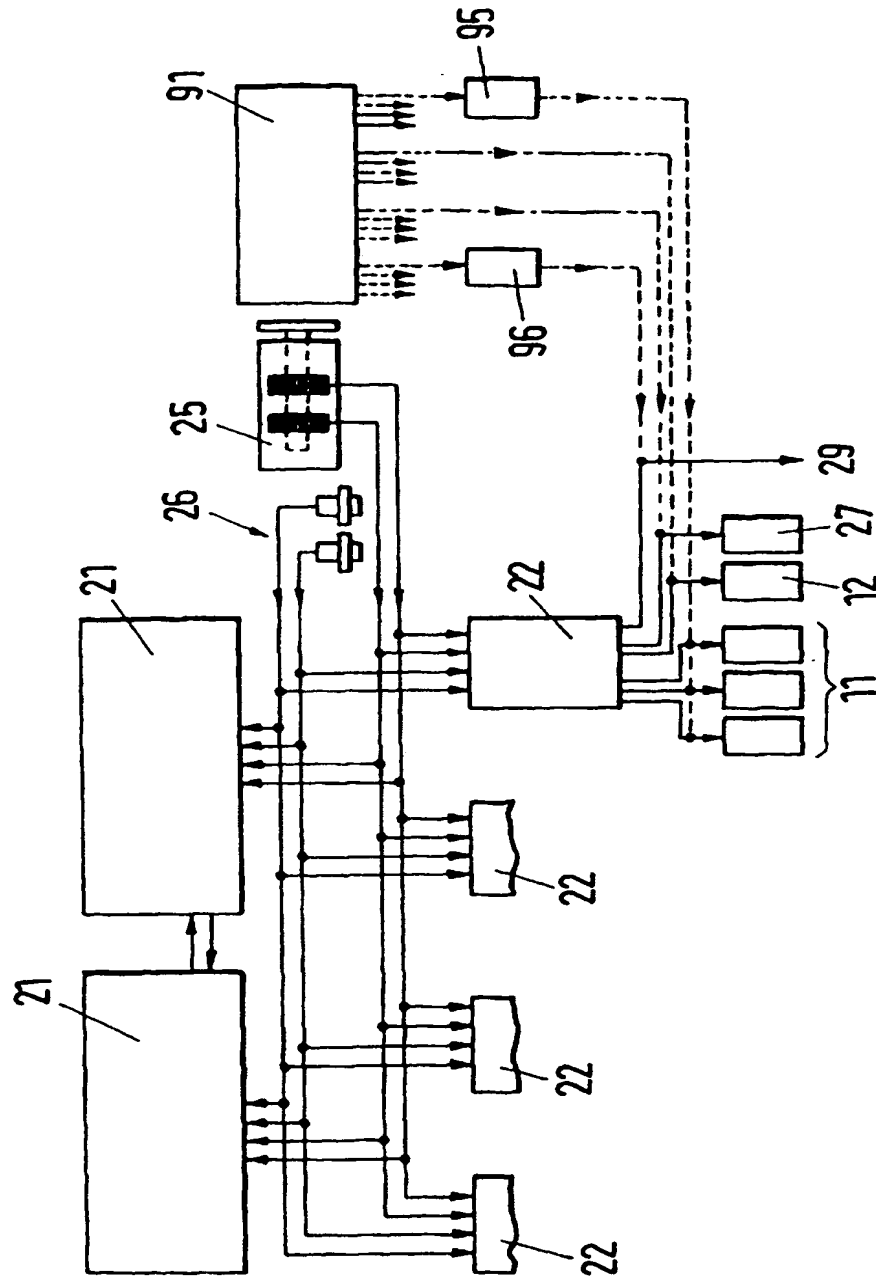
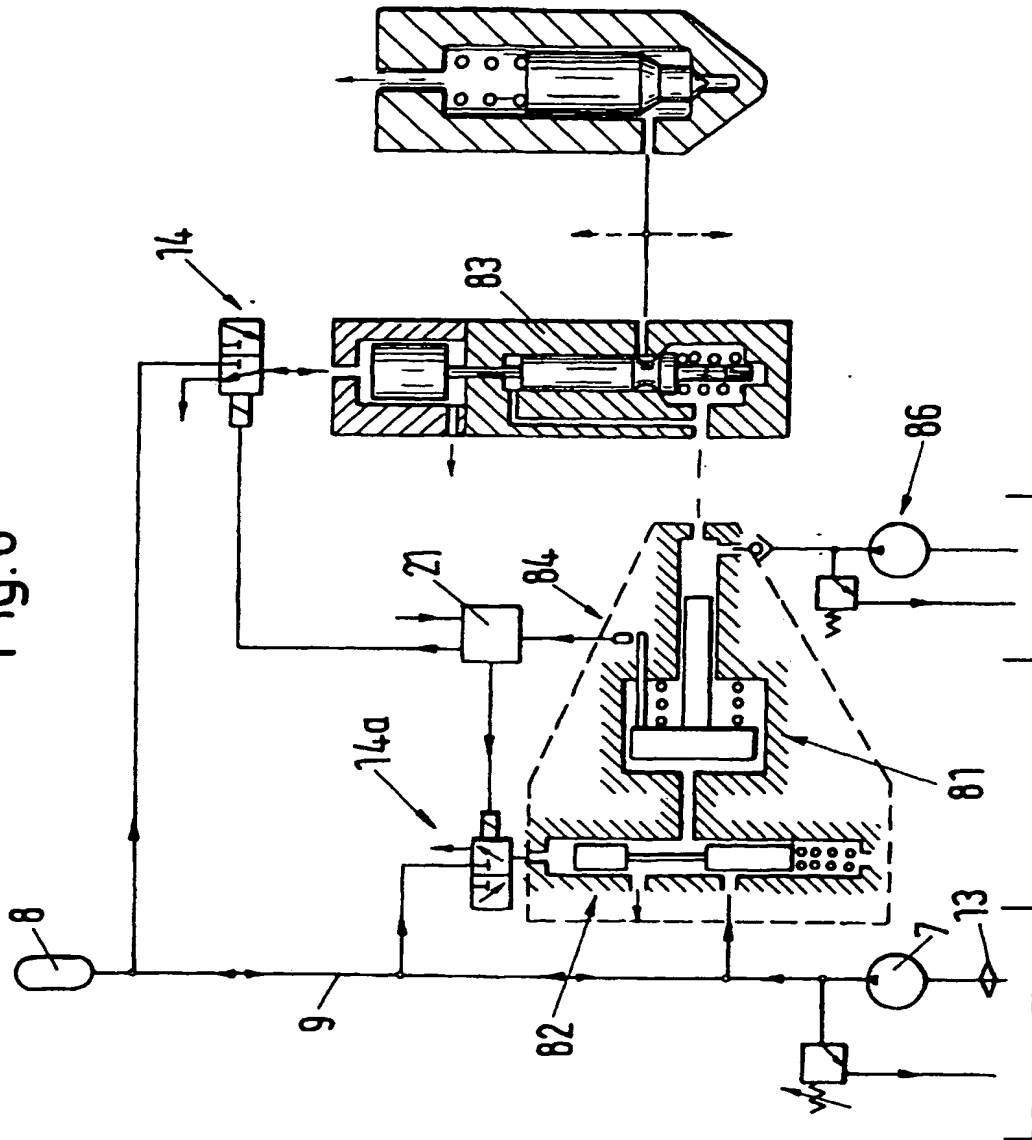


Fig. 6





Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 81 0529

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
X	WO 98 11334 A (STURMAN IND ; STURMAN ODED E (US)) 19. März 1998 (1998-03-19) * Seite 6, Zeile 14 - Seite 10, Zeile 4 * * Seite 28, Zeile 14 - Zeile 30; Abbildungen *	1, 3-6, 9, 11, 13, 16, 18	F02M59/10 F01L9/02 F01M1/06 F02M59/46
X	US 5 806 474 A (PAUL MARIUS A ET AL) 15. September 1998 (1998-09-15) * Spalte 5, Zeile 32 - Spalte 6, Zeile 21; Abbildungen *	1, 6, 9, 16, 18	
A	DE 31 00 725 A (SULZER AG) 1. Juli 1982 (1982-07-01) * Zusammenfassung; Abbildung 1 * * Seite 12, Zeile 21 - Seite 14, Zeile 17 *	1, 10	
A	DE 42 06 122 A (MAN B & W DIESEL GMBH) 1. Oktober 1992 (1992-10-01) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			F02M F01L F01M
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 17. Dezember 1999	Prüfer Torle, E
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			

EPO FORM 1503 (03.92) (P/MC03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 81 0529

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am 17-12-1999.

17-12-1999

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9811334 A	19-03-1998	AU 4251497 A	02-04-1998
		EP 0925439 A	30-06-1999
US 5806474 A	15-09-1998	US 5685272 A	11-11-1997
		US 5862792 A	26-01-1999
DE 3100725 A	01-07-1982	DK 512581 A	17-06-1982
		FR 2496170 A	18-06-1982
		JP 57140558 A	31-08-1982
		NL 8105522 A	16-07-1982
DE 4206122 A	01-10-1992	DK 54691 A	27-03-1991
		CN 1065323 A, B	14-10-1992
		GR 1001198 B	21-06-1993
		IT 1258386 B	26-02-1996
		JP 5099218 A	20-04-1993
		PT 100295 A	29-04-1994

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82